

#5 AS
503.36911X00 8/11/99

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Tetsuo ONO, et al.
Serial No.:
Filed: February 12, 1999
Title: METHOD AND APPARATUS FOR TREATING SURFACE OF SEMICONDUCTOR
Group:



LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

February 12, 1999

Sir:

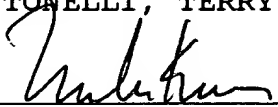
Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No.(s) 10-030864
Filed: February 13, 1998

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Marvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/ssr
Attachment

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC518 U.S. PTO
09/249292
02/12/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 8 年 2 月 1 3 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 0 3 0 8 6 4 号

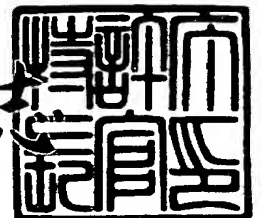
出 願 人
Applicant (s):

株式会社日立製作所

1 9 9 8 年 7 月 2 4 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出 証 番 号 出 証 特 平 1 0 - 3 0 5 8 9 9 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 1697001571

【提出日】 平成10年 2月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065

【発明の名称】 表面加工方法および装置

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸工場内

【氏名】 小野 哲郎

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸工場内

【氏名】 水谷 翼

【発明者】

【住所又は居所】 山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地
株式会社 日立製作所 笠戸工場内

【氏名】 浜崎 良二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地
株式会社 日立製作所 中央研究所内

【氏名】 久礼 得男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市今井町 2 3 2 6 番地
株式会社 日立製作所 デバイス開発センタ内

【氏名】 徳永 尚文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市上水本町五丁目 2 0 番 1 号

株式会社 日立製作所 半導体事業部内

【氏名】 児島 雅之

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003094

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面加工方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ゲート材をプラズマ処理する際に、プラズマ中のイオンを加速させるためのイオンのエネルギーを高くすることを特徴とする表面加工方法。

【請求項 2】

ゲート材をプラズマ処理する際に、前記ゲート材が配置される試料台に高周波電圧を印加しプラズマ中のイオンを加速させるためのイオンのエネルギーを高くするとともに、前記高周波電圧の印加をオンオフ制御し加速されるイオン量を低減することを特徴とする表面加工方法。

【請求項 3】

真空容器中にプラズマを発生させ、該プラズマにより表面加工される試料を配置した試料台に高周波電圧を印加し、前記高周波電圧を周期的にオンとオフの期間に分けるとともに、オン期間における試料に入射するイオンのエネルギーの最大値を400eV以上となるように前記高周波電圧を設定することを特徴とする表面加工方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の前記イオンエネルギーの最大値を400eV以上にする手段が、高周波の周波数が15M Hz以下の場合は、高周波電圧の振幅を500V以上とし、15M Hzより大きい場合は800V以上としたことを特徴とする表面加工方法。

【請求項 5】

請求項 3 および 4 記載の前記高周波電圧において、オンの期間がオンとオフの1周期に占める割合を50%以下としたことを特徴とする表面加工方法。

【請求項 6】

請求項 3 ないし 5 記載の前記高周波電圧の振幅を切り替える周波数は100Hzから10kHzであることを特徴とする表面加工方法。

【請求項 7】

請求項 5 ないし 6 記載の表面加工方法において、表面加工の開始から終了まで

を複数のステップに分けて、かつそれらのステップを加工を終了させる下地物質との加工速度比が比較的小さい前半と、比較的大きい後半の2つに分け、少なくとも前半のステップの一つで、高周波電圧をオンとオフの期間に分けたことを特徴とする表面加工方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の表面加工方法において、前半のステップ郡と後半のステップ郡を、時間で決めて切り替えることを特徴とする表面加工方法。

【請求項 9】

請求項 7 記載の表面加工方法において、前半のステップ郡と後半のステップ郡を、被エッチング物質がプラズマ中で放出する光の強度を検出して切り替えることを特徴とする表面加工方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載の表面加工方法において、前半のステップ郡と後半のステップ郡を、被エッチング物質がプラズマ中で放出する光の強度を検出して、その強度が低下し始めた時点で切り替えることを特徴とする表面加工方法。

【請求項 11】

真空容器と、該真空容器中にプラズマを発生させる手段と、該プラズマにより表面加工される試料を設置する試料台と、該試料台に高周波電圧を印加するための電源と、前記高周波電圧を周期的にオンとオフの期間に分けるとともに、オン期間における試料に入射するイオンのエネルギーの最大値を400eV以上となるように前記高周波電源の出力を設定する手段とを具備したことを特徴とする表面加工装置。

【請求項 12】

請求項 11 記載の前記イオンエネルギーの最大値を400eV以上にする手段が、高周波の周波数が15M Hz以下の場合は、高周波電圧の振幅を500V以上とし、15M Hzより大きい場合は800V以上としたことを特徴とする表面加工装置。

【請求項 13】

請求項 11 および 12 記載の前記高周波電圧において、オンの期間がオンとオフの1周期に占める割合を50%以下としたことを特徴とする表面加工装置。

【請求項 14】

請求項 11 ないし 13 記載の前記高周波電圧の振幅を切り替える周波数は 100 Hz から 10kHz であることを特徴とする表面加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は表面加工方法および装置に係り、特にプラズマを用いて半導体素子等が形成される試料の表面をエッチングするのに好適な表面加工方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子のエッチングに広く用いられている装置は、プラズマを利用する装置である。ここではそのうちの一つである ECR (電子サイクロトロン共鳴) 方式と呼ばれる装置を例に取り従来技術を説明する。この方式では、外部より磁場を印加した真空容器中でマイクロ波によりプラズマを発生する。磁場によりプラズマ中の電子にはローレンツ力が働くために、電子は磁力線の回りを回転運動する (サイクロトロン運動)。この回転の周波数とマイクロ波の周波数を同じにすると共鳴が生じ、効率良くプラズマを発生できる。試料に入射するイオンを加速するために、試料には高周波電圧が印加される。プラズマとなるガスには塩素やフッ素などのハロゲンガスが用いられる。

【0003】

このような装置の高精度化を図るために、特開平 6-151360 号公報に記載の技術が知られている。本技術は、試料に印加する高周波電圧のオン・オフを間欠的に制御することにより、エッチングしたい物質である Si と下地酸化膜との選択比を高くしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

近年の半導体素子の微細化に伴い、MOS (metal oxide semiconductor) トランジスタではゲート酸化膜の厚さが薄くなり、256M 以降のメモリ素子では 6nm 以下に

なる。このようにゲート酸化膜の薄膜化が進むと素子のエッチング工程では、サブトレンチと呼ばれる加工形状異常が問題になる。半導体素子のゲート部の加工では、ゲート電極となる物質（一般には多結晶シリコン）を電極部のみ残してエッチングして、かつ下地のゲート酸化膜を残す必要がある。ゲート酸化膜が一部でもなくなってしまうとリーク電流が流れて素子は動作しなくなる。サブトレンチとはゲート電極に相当するラインパターンにおいて、ラインの近傍のみのエッチング速度が大きくなり、したがってラインの近傍のみ下地の酸化膜がエッチングされて抜けてしまう現象である。

【0005】

本発明の目的は、プラズマ処理におけるサブトレンチを低減することのできる表面加工方法および装置を提供することにある。

【0006】

本発明の他の目的は、多結晶シリコンのエッチング形状異常と対酸化膜選択比の低下を同時に抑制することのできる表面加工方法および装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、ゲート材をプラズマ処理する際に、プラズマ中のイオンを加速させるためのイオンのエネルギーを高くすることにより、達成される。

【0008】

また、上記他の目的は、試料に印加する高周波電圧を周期的にオンとオフに分けてかつオンの期間のイオンの最大エネルギーを400eV以上にすることにより、達成される。

【0009】

【発明の実施の形態】

〔実施例1〕

以下、本発明の一実施例を図により説明する。

【0010】

図1(a)は本発明を適用するプラズマエッチング装置の全体構成図である。マ

マイクロ波電源101から導波管102と導入窓103を介して真空容器104内にマイクロ波が導入される。導入窓103の材質は石英、セラミックなど電磁波を透過する物質である。真空容器104の回りには電磁石105が設置されており、磁場強度はマイクロ波の周波数と電子のサイクロトロン周波数が同じになるように設定されて、たとえば周波数が2.45GHzならば磁場強度は875Gaussである。この磁場強度で高密度のプラズマ106が発生する。試料107は試料台108の上に設置される。試料に入射するイオンを加速するために、高周波電圧電源109が試料台108に接続されている。高周波電圧電源の周波数に特に制限はないが、通常では周波数は200kHzから20MHzの範囲が実用的である。図1(b)は高周波電圧電源109の電圧波形110を示す。本実施例では、電圧をオンとオフの期間に分けている。

【0011】

次に、この装置でラインとスペースからなる微細パターンをエッチングした結果を図2に示す。エッチングのガスにはCl₂(185sccm)と酸素(15sccm)の混合ガスを用いた。真空容器14内部の圧力を0.8Paとした。マイクロ波電源101の出力を400Wとした。高周波電圧電源109の周波数は800kHzである。エッチングした素子の構造は、シリコン基板201上のゲート酸化膜202の厚さが4nm、多結晶シリコン層203の厚さ300nm、レジスト204の厚さが1 μ mでスペースの幅は0.35 μ mである。図2には、高周波電圧電源109を連続出力として、その電圧の振幅(以後V_{pp}と呼ぶ)をパラメータとした場合の対応するイオンエネルギーの最大値(以後E_{max}と呼ぶ)とエッチング断面形状を示す。図2からわかるように、V_{pp}が500V以下ではサブトレンチ205が発生する。この原因を以下のように考える。エッチング速度を低下させる原因に、反応生成物の再付着や、エッチングガスに含まれる堆積性のガス(この場合には酸素)の付着がある。これらのガスは方向性がなく、ランダムな方向から試料表面に入射する。被エッチング物質の溝の底に入射するこれらのエッチング阻害物質を考えると、側壁に近い部分、すなわち、サブトレンチが発生する部分では、側壁の陰になるために、エッチング阻害物質の入射量が少ない。一方、エッチング反応は入射するイオンのエネルギーで促進される。イオンは試料表面に対して垂直な方

向に加速されて入射するので、溝の底に比較的均一に入射する。従って、エッチング阻害物質の入射が少ない側壁近傍の底面のエッチング速度が早くなり、サブトレンチが発生する。イオンは試料に印加する高周波電圧で加速されるが、高周波の周波数が数MHzでは、ほぼ V_{pp} に比例したエネルギーで加速される。ここで V_{pp} 、すなわち、イオンのエネルギーを高くするとスパッタ効率が高くなるので、エッチング阻害物質がある程度ついていてもそれを削ってエッチング反応が促進される。従って、溝底の側壁近傍部と中央部のエッチング速度の差が少なくなり、サブトレンチの発生が抑えられる。

【0012】

しかし、単に V_{pp} を大きくすると酸化膜のエッチング速度が大きくなる。これによると、多結晶シリコンのエッチングが終了して、下地の酸化膜が露出したときに酸化膜がすぐにエッチングされてしまうので、エッチングの終点判定の余裕度が小さくなり、素子作成に不都合をきたす。

【0013】

この問題を解決するために、試料に印加する高周波電圧を周期的にオンとオフの期間に分ける。これによると、エッチング形状は電圧がオンの期間の振幅で決まり、酸化膜のエッチング速度は、オンとオフの一周期に占めるオンの割合（以後デューティー比と呼ぶ）に比例して小さくなる結果が得られた。従って、試料印加電圧オン期間の振幅を500Vに保ってデューティー比を小さくすることにより、サブトレンチを発生させずかつ酸化膜のエッチング速度も抑えて、ゲートの加工が可能になる。

【0014】

次に、イオンのエネルギーと高周波電圧の関係について述べる。プラズマを介して高周波電圧を試料台に印加すると、アース（一般には導体壁がアースとなる）と電極間に電流を流そうとする作用のために試料台にはイオンを引き込むように直流電位が発生する（以後 V_{dc} と呼ぶ）。イオンはこの V_{dc} と時間的に変化する高周波電圧を重ね合わせた電界により加速される。イオンの得る最大エネルギーは、高周波電圧の時間的变化に追従するか否かで変わってくる。一般に、エッチングに使われるプラズマの密度は1立方cm当たり 10^{10} 個以上である。この密

度の場合、高周波の周波数が15M Hz以下では、高周波電圧が負に振れている期間、すなわち、正弦波の1/2周期の間に、イオンがプラズマシースを横切り試料に到達するための E_{max} は、ほぼ電圧振幅の2分の1 ($V_{pp}/2$)に V_{dc} を加えた値に等しくなる。実際には電気回路での電圧降下などがあり、図2に示す V_{pp} が500Vでは E_{max} は400eVになることが測定からわかっている。エッチングの形状に影響を与える本質的な物理量は V_{pp} ではなくイオンエネルギーなので、図2のようなサブトレんチのない形状を得るためにはイオンのエネルギーの最大値を400eV以上にすればよい。高周波の周波数が上がって、電圧の変化にイオンの動きがついて行かなくなると、 E_{max} は次第に V_{dc} に近づく。周波数が15M Hz以上から数十M Hzの間は過渡期となるが、その場合でも V_{pp} を800V以上にすれば、 E_{max} は十分に400eV以上となる。

【0015】

また、オン・オフの繰り返し周波数は100Hzから10kHzの間が適当である。周波数がこれより低くなると、オン・オフ制御したことの効果が徐々に低くなる結果となった。また、繰り返し周波数が高いと高周波電源109の製作が技術的に難しくなる。

【0016】

次に、デューティー比について述べる。図3に試料に印加する電力と多結晶シリコンの酸化膜に対する選択比（多結晶シリコンのエッチング速度と酸化膜のエッチング速度の比）を示す。図1に示す装置で試料の大きさを8インチウエハとして、試料に印加する電圧の振幅を500Vにするには、電力を100Wにする必要がある。図3の曲線301は電圧のオン・オフは行わずに連続的に電力を下げた場合の、電力と選択比の関係を示す。一方、曲線302は電圧の振幅を一定にしてオン・オフ制御した場合で、正味電力は $100W \times (\text{デューティー比})$ となる。図3からわかるようにオン・オフ制御した場合は、正味電力が同じでも連続電力と比較して選択比が大きい。このために、サブトレんチが発生しないでかつ酸化膜のエッチング速度を小さく保てるのであるが、その効果はデューティー比が小さい方が大きくなる。デューティー比の最適値は他のエッチング条件や被エッチング物質により決める必要があるが、図3から分かるように50%以下でオン・オフ制御した

ことの効果が表れる。なお、ある V_{pp} を印加するに必要な高周波電圧電源109の電力の値は、装置の種類や高周波の周波数によって大きく異なるが、どの場合でも酸化膜のエッチング速度はデューティー比に比例する。従って、装置構造などが変わると図3の電力の絶対値は変わるが、デューティー比と選択比の関係は成り立つために、デューティー比50%以下という数値はどの場合にも当てはまる。

【0017】

〔実施例2〕

図4は本発明を適用する別の装置構造で、この装置では数百kHzから数十MHzのいわゆるラジオ波帯（以後rfと呼ぶ）の周波数で誘導結合によりプラズマを発生させる。真空容器401はアルミナや石英などの電磁波を透過する物質でつくられている。その回りに、プラズマ403を発生させるための電磁コイル402が巻いてある。コイルにはrf電源404が接続されている。真空容器401内には試料台408がありその上に試料407が置かれ、高周波電圧電源409が接続されている。真空容器401には上蓋405がついているがこれは一体型でもかまわない。

【0018】

この装置でも、高周波電圧電源409はオンとオフの期間の期間に分けて、かつオン期間の E_{max} を400eV以上にする事で、サブトレンチを抑えて、かつ選択比を高く保つことができる。

なお、図4に示す装置では、電磁コイル402は上蓋405の上に設置されていても効果は同じである。

【0019】

〔実施例3〕

図5は本発明を適用するさらに別の装置構造で、この装置ではrf電力の容量結合によりプラズマを発生させる。真空容器501内には2枚の電極502、505が平行に配置してある。電極にはそれぞれrf電源503と高周波電圧電源506が接続してある。試料504は試料台を兼ねる電極505の上に置かれる。ガスは試料と対向した電極502に設けられた孔から導入管508を通して容器内

に入れられる。プラズマ507は2枚の電極502, 505の間で発生する。

【0020】

この装置でも、高周波電圧電源506をオンとオフの期間の期間に分けて、かつオン期間のE_{max}を400eV以上にすることで、サブトレンチを抑えられ、かつ選択比を高く保つことができる。

【0021】

〔実施例4〕

本発明の処理方法における他の実施例として、エッチング工程を複数のステップに分ける方法がある。図6は図1の装置を用い、被加工物質をステップに分けて加工した場合の断面形状の時間変化を示している。試料の構造はシリコン基板601上に4nmの酸化膜602、200nmの多結晶シリコン603、200nmの窒化シリコン膜604が堆積しており、窒化シリコン膜は所望のパターン状に加工されている。ラインとスペース間隔は250nmである。また通常、多結晶シリコン603の表面には自然酸化膜605がついている。ここではこの構造の試料をエッチングするのに3つのステップに分けて加工する。図6(a)は初期状態である。ステップ1では、まず自然酸化膜605を除去する。エッチングのガスはCl₂(200 sccm)で圧力を0.8Paとした。マイクロ波電源101の出力を400Wとした。高周波電圧電源109の周波数は800kHzである。このステップでは薄い自然酸化膜の除去が目的なので時間は5秒で、高周波電圧電源109の出力は連続で60Wにしている。ステップ1終了後の試料断面を図6(b)に示す。ステップ2は加工の主要部分を占める、多結晶シリコン603のエッチングで、以後メインエッチと呼ぶ。このステップの形状制御が最重要であるので、本発明を適用して高周波電圧電源109をオンオフ制御し、電力を200W、デューティー比を30%にした。V_{pp}は1000Vとなる。また、エッチングのガスは塩素185 sccmと酸素15 sccmの混合ガスで、圧力を0.8Paとした。その他の条件はステップ1と同じとした。この条件では多結晶シリコンのエッチング速度300nm/min、対酸化膜選択比20となる。エッチング時間は35秒とした。ステップ2終了後の断面形状を図6(c)に示す。サブトレンチがない、平坦な底面と垂直な側面が得られる。ステップ2の時間は多結晶シリコン603がわずかに残るように設定してある。最後のステッ

ブ3では下地の薄い酸化膜602が露出するために、多結晶シリコンのエッチング速度を低下させても選択比が高い条件に切り替える。具体的には、高周波電圧電源109の電力を連続として30Wにした。他の条件はステップ2と同じである。この条件では多結晶シリコンのエッチング速度は100nm/min、選択比は50となる。メインエッチ終了後の比較的选择比の高いエッチングをオーバエッチと呼ぶ。エッチング時間は30秒とした。ステップ3終了後の断面を図4(d)に示す。選択比をあげることで下地の酸化膜を十分残してかつ多結晶シリコン603のエッチ残りなく加工することができる。

【0022】

比較のためにステップ2で高周波電圧電源109の電力を連続60Wにした場合を図7に示す。試料の構造は図6と同じで、シリコン基板701上に4nmの酸化膜702、200nmの多結晶シリコン703、200nmの窒化シリコン膜704が堆積しており、窒化シリコン膜は所望のパタン状に加工されている。連続電力でエッチングするとステップ2終了時でサブトレレンチ706が発生して、ライン近傍の酸化膜が抜けて、基盤シリコン701がエッチングされてしまう。

【0023】

以上のように、被エッチング物質の主要部分の加工に本発明を適用することで、非常に薄い下地に損傷を与えることなく、所望の加工が可能となる。

なお、被エッチング物質がさらにさまざまな物質の多層構造でも、ステップの数を増してかつメインエッチの部分に本実施例を適用することで、形状異常のない加工ができる。

【0024】

〔実施例5〕

ここでは、ステップの切り替え方法の別実施例を述べる。メインエッチングからオーバエッチへの切り替えは、被エッチング物質の発光波形の強度変化で決めることもできる。図8は図6に示す試料をエッチングしているときのシリコン原子の発光強度の時間変化を示している。発光強度は多結晶シリコンのエッチングが終了し始めるとプラズマ中のシリコン原子の密度が下がるために発光強度801も低下する。一般に、エッチング速度がウエハ内である程度のばらつきを持つ

ために発光波形はウエハ面内の多結晶シリコンのエッチングが徐々に終了するにともない発光強度も徐々に低下する。切り替える方法は主に3通りある。(1)は発光波形の強度が低下し始めたらずぐに切り替える方法で、図8内の点Aで切り替える。(2)は発光強度を2回微分してその曲線が0となる点、すなわち変曲点で切り替える方法である。図8では発光強度801の2次微分曲線802も示し、図中点Bで切り替える。(3)は発光波形の低下が完了した時点で切り替え、図中点Cで切り替える。それぞれの切り替え方法は被エッチング物質により選ぶ必要があるが、下地物質が非常に薄い場合は(1)の方法かあるいは実施例4で述べたエッチ終了少し前の時間を予め測定しておき、その少し手前で時間で切り替える方法がよい。下地物質が厚く抜けるまでに余裕がある場合は(2)(3)の方法が、エッチ残りが発生しにくいので適している。

【0025】

以上のように本実施例によれば、トランジスタのゲートの多結晶シリコンをエッチングする際、イオンのエネルギーを高くするとサブトレンチと呼ばれる形状異常を抑制できる。同時に試料に印加する高周波電圧をオンオフ制御することにより加速されたイオンの数を減らし、イオンエネルギーを高くしたことで問題となる対酸化膜選択比の低下を防ぐことができる。

【0026】

また、イオンのエネルギーを高くするとともに高周波電圧をオンオフ制御することにより、多結晶シリコンのエッチング形状異常と対酸化膜選択比の低下を同時に回避して、トランジスタのゲートの加工ができる。なお、本発明では主にゲートの加工を述べたが、他の部分あるいは他の材料でも同様に形状異常を抑制できる。

【0027】

【発明の効果】

本発明によれば、プラズマ処理におけるサブトレンチを低減することができるという効果がある。

また、本発明によれば、多結晶シリコンのエッチング形状異常と対酸化膜選択比の低下を同時に抑制することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の表面加工装置の一実施例を示す全体構成図である。

【図 2】

高周波電圧の振幅値およびイオンエネルギーと半導体試料の加工状態とを示す半導体試料の断面図である。

【図 3】

高周波の正味電力と選択比との関係を示す図である。

【図 4】

本発明の表面加工装置の他の実施例を示す全体構成図である。

【図 5】

本発明の表面加工装置のさらに他の実施例を示す全体構成図である。

【図 6】

図 1 の装置を用いた表面加工方法の他の実施例で処理したときの半導体試料の断面図である。

【図 7】

従来の表面加工方法で処理したときの半導体試料の断面図である。

【図 8】

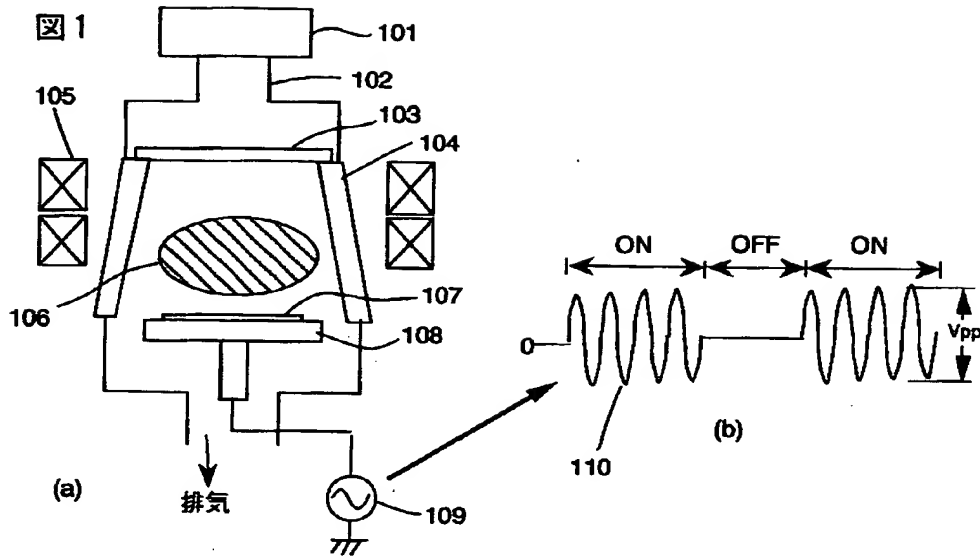
プラズマ処理における発行強度波形およびその二次微分値を示す図である。

【符号の説明】

101…マイクロ波電源、102…導波管、103…導入窓、104,401,501…真空容器、105…磁石、106,403,507…プラズマ、107,407,504…試料、108,408…試料台、109,409,506…高周波電圧電源、110…電圧波形、201,601,701…シリコン基板、202,602,702…ゲート酸化膜、203,603,703…多結晶シリコン、204…レジスト、205,706…サブトレンチ、402…電磁コイル、404,503-r f 電源、405-上蓋、502,505-電極、508-ガス導入管、604-シリコン窒化膜、605…自然酸化膜、801…-発光強度、802…-2 次微分曲線。

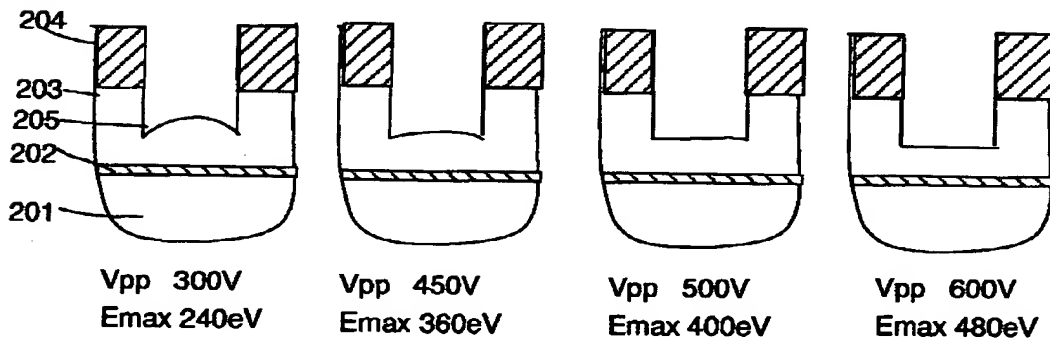
【書類名】 図面

【図 1】

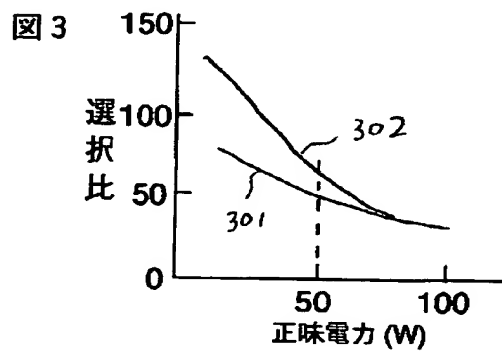


【図 2】

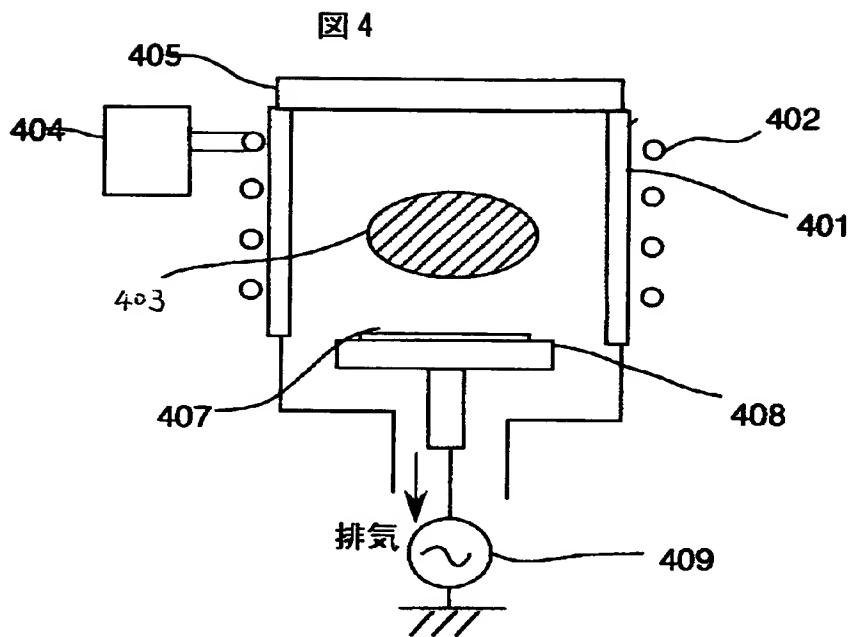
図 2



【図 3】

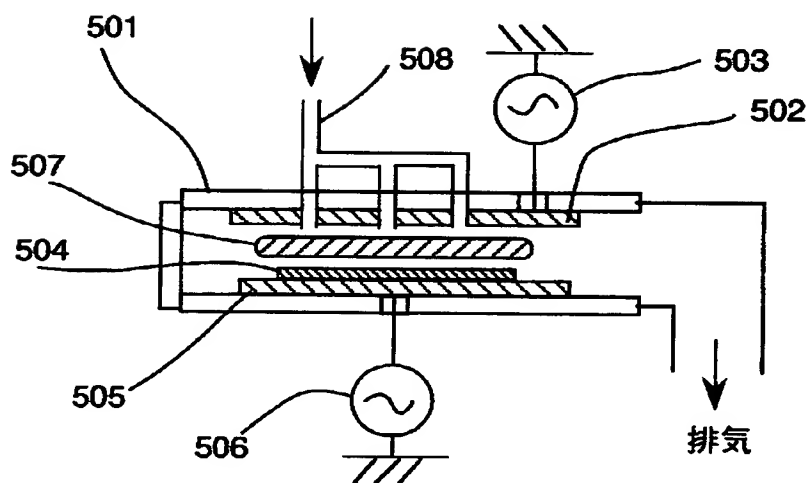


【図 4】



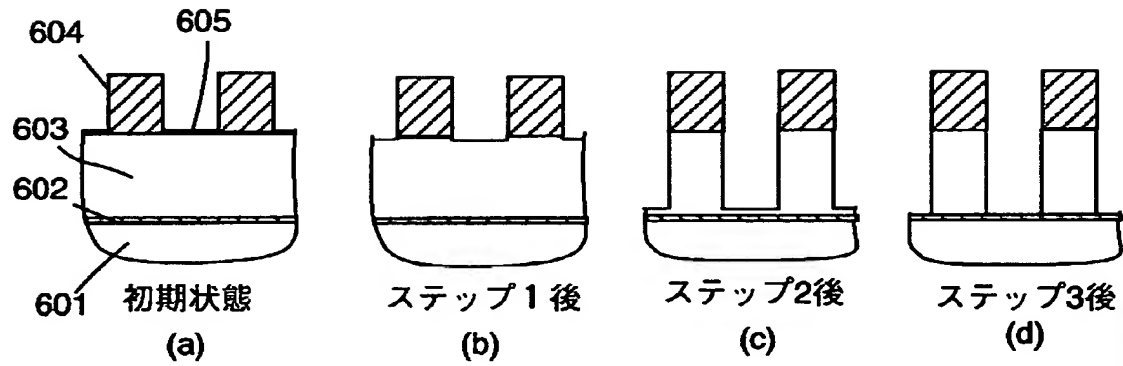
【図 5】

図 5



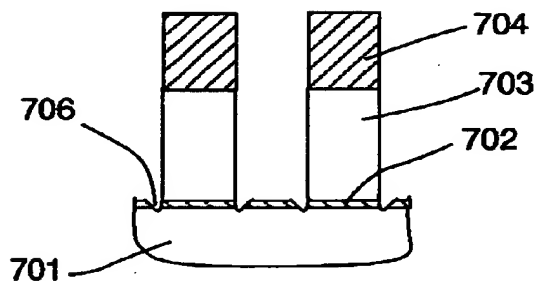
【図 6】

図6



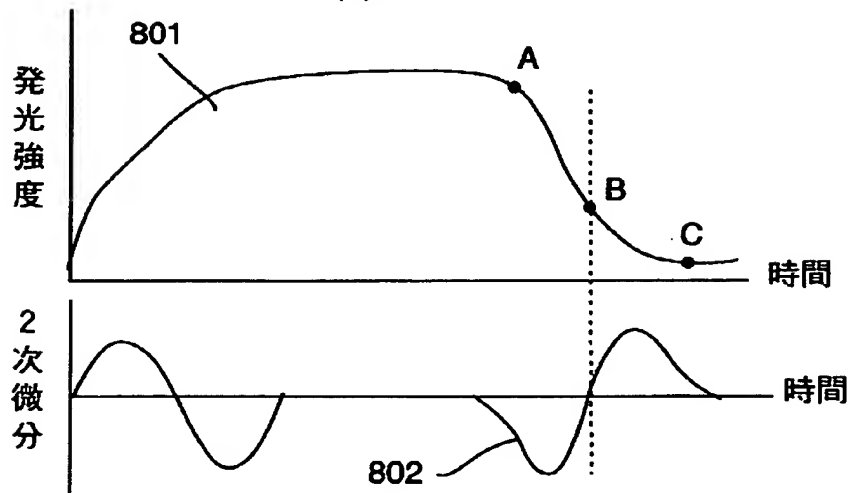
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

プラズマを用いた半導体のエッチングにおいて、多結晶シリコンの形状異常と対酸化膜選択比の低下を同時に抑える。

【解決手段】

プラズマを用いる表面加工において、プラズマ中のイオンを加速するための高周波電圧電源を電圧オンとオフの期間に分けて印加すると同時に、オン期間のイオンの最大エネルギーを400eV以上とする。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【代理人】 申請人
【識別番号】 100068504
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内1-5-1 株式会社日立製
作所 知的所有権本部内
【氏名又は名称】 小川 勝男

特平10-030864

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所